

Aus der Neuroradiologischen Abteilung (Vorsteher: Prof.Dr.K.DECKER)
der Nervenlinik der Universität München (Komm.Direktor: Prof.Dr.M.KAESS)

Akkumulations- und Speicherungsverhalten der
Nuklidverbindung ^{99m}Tc -Na-Pertechnetat in
wichtigen Körperorganen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hans NOHL

München 1969



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.K. Decker

Mitberichterstatter: Prof.Dr.M. Kaess

Dekan: Prof.Dr.F. Marguth

Tag der mündlichen Prüfung: 1 April 1969



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Sonderdruck

Unter Mitwirkung von

G. BREITLING, TÜBINGEN
R. GLAUNER, STUTTGART
R. GLOCKER, STUTTGART
H. HOLTHUSEN, HAMBURG
K. ZUM WINKEL, BERLIN

Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin

Organ der Deutschen Röntgengesellschaft

Herausgegeben von

W. FROMMHOLD, Tübingen und P. THURN, Bonn

VERLAG: GEORG THIEME VERLAG, STUTTGART

ANSCHRIFT FÜR SCHRIFTFÜHRUNG UND VERLAG: 7 STUTTGART, HERDWEG 63

BAND 111

Stuttgart, im September 1969

HEFT 3

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages gestattet

Akkumulations- und Speicherungsverhalten der Nuklidverbindung ^{99m}Tc -Na-Pertechnetat in wichtigen Körperorganen

Von **H. Nohl**

4 Abbildungen

Akkumulations- und Speicherungsverhalten der Nuklidverbindung ^{99m}Tc -Na-Pertechnetat in wichtigen Körperorganen

Von H. Nohl

4 Abbildungen

*Aus der Neuroradiologischen Abteilung der Nervenklिनik der Universität München
(Vorsteher: Prof. Dr. K. Decker)*

Einleitung

Seit Harper im Jahre 1964 das Nukleid ^{99m}Tc in die Nuklearmedizin einführte, ist immer wieder die Überlegenheit dieses Isotops gegenüber älteren Nukliden, wie ^{131}J -Albumin oder ^{203}Hg -Chlormerodrin, betont worden. Alle Autoren weisen in diesem Zusammenhang auf die physikalischen Eigenschaften des ^{99m}Tc hin, insbesondere seine monoenergetische Gamma-Emission von 140 KeV, das Fehlen einer primären Beta-Strahlung sowie die kurze physikalische Halbwertszeit von nur 6 Stunden, was nicht nur die Verabfolgung einer relativ hohen Dosis (bis zu 10 mC) und eine bedeutende zeitliche Abkürzung des Meßverfahrens erlaubt, sondern vor allem auch die Strahlenbelastung des Organismus vergleichsweise erheblich vermindert.

Nachkontrollen über 24 Stunden bei Patienten, denen zur Hirnszintigraphie Natrium-Per-

technetat ^{99m}Tc i. v. gespritzt wurde, ließen die lange Verweildauer und starke Anreicherung des Isotops in den bei der Hirnszintigraphie üblicherweise miterfaßten Speicheldrüsen sowie der Schilddrüse erkennen. Wir vermuteten daher ganz allgemein eine Affinität des ^{99m}Tc -Pertechnetats zu den Drüsen überhaupt und verfolgten diese Hypothese durch Messung von radioaktiven Impulsprofilen über Parotis, Thyreoidea, Mammæ, Nieren, Ovarien und Hoden. Als Vergleichswert wurde das Gehirn in unsere Messungen miteinbezogen.

Methodik

17 internistisch gesunde Patienten wurden kontrolliert, 11 männliche, 6 weibliche. Die jüngste Patientin war 17, die älteste 42 Jahre alt. Das Alter der männlichen Patienten bewegte sich zwischen 18 und 53 Jahren.

Zur Bestimmung der Impulsraten über den genannten Organen wurde eine Meßvorrichtung verwendet, die aus einem 20° -Flachfeldkollimator, einem 3×2 -in. NaJ-Kristall, einem Impulshöhenanalysator bei 110–170 KeV Fenstereinstellung und einer Digitalzähleinheit mit einer Auflösungszeit von $0,5 \mu\text{sec}$ bestand (stat. Fehler $>0,5\%$ bei allen Messungen). Die Meßdauer pro Organ betrug 6 sec. Der Flachfeldkollimator wurde zum Meßvorgang so über dem Organ fixiert, daß sich der geschätzte Abstand zur Organmitte zwischen 3 und 6 cm bewegte. Die prozentuale Abweichung der Impulsausbeute beträgt dann zwischen diesen Grenzwerten 23,4%. Der verhältnismäßig große Fehler tritt aber in dieser Höhe nur theoretisch auf und betrifft ausschließlich die Vergleichswerte zwischen der relativ oberflächlich liegenden Parotis und der in ihrer Lage äußerst variablen Ovarien. Berücksichtigt man, daß der bei 3-cm-Kollimatorabstand meßtechnisch erfaßte Gewebequerschnitt um 5% kleiner ist als derjenige bei 6 cm, daß die Backgroundstrahlung im Bauchraum wegen der großen Darmaffinität des Pertechnets erheblich höher ist als anderswo, so kommt man bei der Größenordnung der Nuklidspeicherraten in den Organen zu durchaus vertretbaren, aber unvermeidlichen Meßfehlern. So wäre z. B. für den angeführten Extremfall das über den Ovarien gefundene Maximum um einen Anteil der Gesamtnukliddosis von 0,3% zu niedrig ermittelt. Die Impulsrate der injizierten Nukliddosis ($100 \mu\text{C}$ pro kg Körpergewicht) wurde durch Nähern der Injektionsspritze an den Kollimator der Meßvorrichtung auf 4,5 cm bestimmt. Der so gefundene Wert wurde als 100% gesetzt und die in der Folge über den Organen gemessenen Daten unter Berücksichtigung der Abklingfaktoren zu diesem in Beziehung gebracht. Innerhalb der ersten Stunde nach i. v. Injektion des Isotops wurde über jedem Organ in jeweils 5 minütigem Abstand eine Impulsmessung vorgenommen, dann folgte über 12 Stunden je eine Messung pro Organ im Abstand von 2 Stunden, schließlich verfolgten wir die Impulsraten über den Organen nur noch dreistündig. Wir konnten auf diese Weise das unterschiedliche pharmakologische Verhalten der untersuchten Nuklidverbindung zu den wichtigsten Drüsen über einen Zeitraum von 35 Stunden verfolgen und in Form charakteristi-

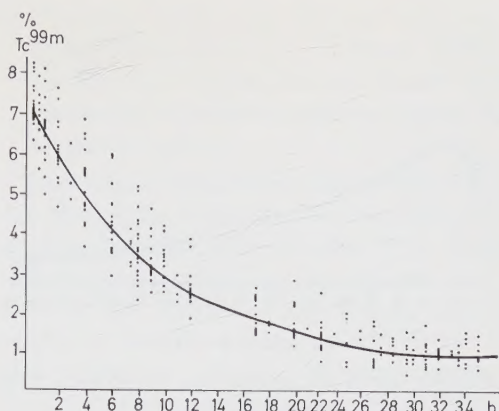


Abb. 1

Profilkurve der Nuklidspeicherung in der Thyreoida. Die Punkte repräsentieren die statistische Streuung der untersuchten Fälle. Die Kurve wurde als Verbindungsline der Mittelwerte für jede einzelne Meßserie gewonnen.

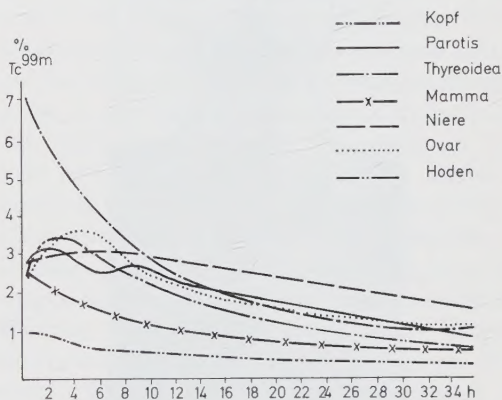


Abb. 2

Übersichtliche Darstellung aller Nuklidprofilkurven über einen Zeitraum von 35 h. Beachte: Alle Meßdaten wurden, dem entsprechenden Abklingfaktor gemäß, korrigiert. Die so erhaltenen Profilkurven veranschaulichen daher ausschließlich das biologische Speicherungsverhalten für die untersuchte Isotopenverbindung.

scher Profilkurven anschaulich zur Darstellung bringen.

Ergebnis

In Übereinstimmung mit *Deckhart* und anderen Autoren fanden wir über der Schilddrüse (Abb. 1) ein rapides Ansteigen des Aktivitätsprofils bereits in den ersten 25 Minuten p. inj., wobei in keinem der untersuchten Fälle das Maximum später als nach 45 Minuten p. inj. erreicht war.

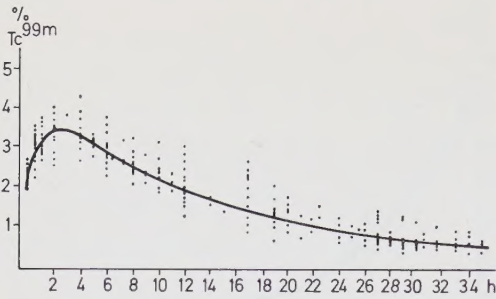


Abb. 3

Profilcurve der Nuklidspeicherung im Hoden; Erklärung im Text.

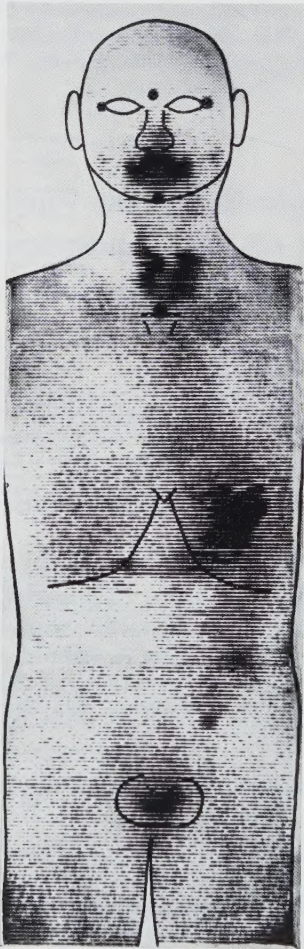


Abb. 4

Ganzkörperszintigramm 3–4 h nach i. v. Injektion von 100 μC $^{99\text{m}}\text{Tc}$ — Na-Pertechnetat. Wie vor allen Messungen über den Gonaden, wurde auch bei der Ganzkörperszintigraphie laufend die Blase entleert.

Mit 7,2% der verabreichten Gesamtdosis wurde über diesem Organ auch die höchste Nuklidanreicherungsquote aller verfolgten Drüsen gemessen (Abb. 2).

Dieser Wert war knapp doppelt so hoch wie das nächst höhere Speicherungsmaximum, das mit 3,7% nach 4–4½ Stunden über den Ovarien gefunden werden konnte.

Auffällig ist der fast deckungsgleiche Verlauf der Gonadenkurven mit einer relativ geringgradigen Abweichung der Hodenprofilkurve um ein 0,1% niedrigeres Maximum, das hier bereits nach 3–3½ Stunden erreicht wird (Abb. 3).

Ein bemerkenswertes Bild zeigt sich im Speicherungsverhalten der Parotis. Sie ist nach der Thyreoidea und den Gonaden das Organ mit dem drittgrößten Speicherungsmaximum. Nach 2 Stunden ist es bei 3,2% der Gesamtnukliddosis erreicht, fällt in den folgenden 4 Stunden auf ein Minimum von etwa 2,5% ab, um nach weiteren 2–3 Stunden ein zweites Maximum um 2,8% zu bilden. 14 Stunden p. inj. nähern sich die Profilkurven von Thyreoidea, Gonaden und Parotis bis auf eine Abweichung der Speicherungsquoten von maximal 0,5% und verlaufen von diesem Zeitpunkt an mit unbedeutenden Abweichungen parallel.

33 Stunden p. inj. finden sich jeweils 1,0% der Gesamtnukliddosis in Thyreoidea, Ovar und Parotis, während der Hoden nur noch 0,7% der $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Verbindung speichert. Die Niere erreicht mit 3,1% einen fast ebenso hohen Anteil an der Nuklidspeicherung wie die Parotis; das Maximum findet sich aber erst nach 5–6 Stunden p. inj. 10 Stunden p. inj. haben Thyreoidea und Niere gleich hohe Speicherungsdaten; während aber die Profilkurve der Schilddrüse in Hyperbelform abfällt, verdeutlicht sich der nun beginnende lineare Pertechnetat-Abfall der Niere in Form einer Geraden. Daher findet man ab der zehnten Stunde p. inj. die höchsten Speicherungsquoten in der Niere; noch 33 Stunden nach Verabreichung lassen sich 1,7% der Gesamtnuklidmenge in diesem Organ nachweisen. Ebenso wie wir es bei der Thyreoidea sehen, kommt es auch in der Mamma und im Gehirn zu einem raschen Anstieg des Aktivitätsprofils mit Erreichen der Maximalwerte noch vor der ersten halben Stunde.

Während das Speicherungsprofil über dem Gehirn nach Erreichen der Maximalquote bei 1%

in den ersten 4 Stunden relativ rasch abfällt, um dann linear zu verflachen, läßt sich die Abnahme der Nuklidanreicherung in der Mamma von ihrem Maximum bei 2,0% in Form einer flachen Hyperbel verfolgen. 33 Stunden p. inj. speichert das Gehirn noch 0,2%, die Mamma 0,5% der injizierten Nuklidmenge.

Diskussion

Die Untersuchungen zeigen, daß Na-Pertechnetat- ^{99m}Tc eine selektive Affinität zu Drüsen und drüsigen Organen hat. Eine Verdeutlichung dieser Eigenschaft und einen optischen Eindruck von der Verteilung des Nuklids 3–4 Stunden p. inj. vermittelt das Ganzkörper-szintigramm (Abb. 4).

Der Magen tritt hier als Organ, das reichlich mit Drüsen versehen ist, am eindrucksvollsten hervor. Quantitative Untersuchungen von McAfee et al. und anderen Autoren stützen diese Beobachtung.

Während die Speicherungsrate im Gehirn zu einer nur noch geringgradigen Schwärzung ausreicht, stellen sich die Speicheldrüsen, Thyreoidea und Hoden bei annähernd gleicher Schwärzungsintensität deutlich dar.

Die Nieren kommen bei der in Rückenlage durchgeführten Szintigraphie wegen ihrer posterioren Lage nicht zur Darstellung.

Wie eingangs gezeigt werden konnte, erlaubt unsere Meßvorrichtung unter Verwendung des 20°-Flachfeldkollimators eine mit ausreichender Genauigkeit zu treffende Aussage über die quantitative Verteilung des Pertechnetats auf die untersuchten Organe. Die Überhöhung unserer Meßergebnisse durch Backgroundstrahlung wurde unkorrigiert gelassen, da sie im Vergleich zur Organstrahlung vernachlässigbar niedrig war.

Zwei bemerkenswerte Eigenschaften fielen bei vergleichender Betrachtung der Nuklid-speicherungskurve auf:

1. Diejenigen Organe, die in der Lage sind, eigene Sekrete zu bilden und auszusecheiden, werden nach Erreichen eines Speicherungsmaximums im Sinne einer Hyperbel entspeichert.

2. Gonaden, Niere und Parotis erreichen ihr Speicherungsmaximum zu einem Zeitpunkt, wo Mamma, Thyreoidea und Gehirn $\frac{1}{3}$ ihrer maximalen Speicherungsquote bereits wieder abgegeben haben.

Legt man die Ergebnisse anderer Autoren über das biologische Verhalten des Pertechnetats zugrunde (70% des zirkulierenden ^{99m}Tc liegen in lockerer Proteinbindung im Plasma vor, der Rest in den Erythrozyten; Gesamtblutaktivitätskurve verhält sich spiegelbildlich zur Urinaktivitätskurve; intakte Bluthirnschranke ist für Na-Pertechnetat unpassierbar), so bietet sich folgende Interpretation an:

In Abhängigkeit von der Stoffwechsellage wird Pertechnetat im Drüsengewebe in unterschiedlich hoher Konzentration zunächst angereichert, in einer zweiten Phase sodann, gebunden an das Sekret, durch Sekretion wieder abgegeben. Die Schilddrüse, die in hiesigen Breiten als besonders stoffwechselaktives Organ auftritt, hat die Phase der Nuklidanreicherung sehr schnell p. inj. erreicht und gibt das Nuklid in der folgenden Sekretionsphase auch frühzeitig, an Thyroxin und Trijodthyronin gebunden, wieder ab. Dadurch erhöht sich alsbald der Blutspiegel und führt in den etwas weniger stoffwechselaktiven Drüsen sowie in den Nieren, durch die das Nuklid ausgeschieden wird, zu den etwas verspäteten Maxima. Während die Niere durch konstant bleibende Clearancewerte den Blutspiegel linear senkt, fällt auch das Speicherungsprofil des Gehirns linear ab, da dieses ebenso wie das der Niere nur Ausdruck der Pertechnetatkonzentration im Blut ist.

In der Mamma ist die Nuklidsättigungsphase wegen der geringen Zahl stoffwechselaktiver Drüsen bereits wenige Minuten p. inj. beendet. Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß es sich hier um einen Interpretationsversuch handelt, für den die Beweise noch ausstehen.

Die Frage der Strahlenbelastung lenkt unsere Aufmerksamkeit zunächst auf die Gonaden. Die biologische Wirksamkeit einer Strahlung hängt bekanntlich von der Strahlensensibilität der Gewebe, der Art und Energie der Strahlung sowie der Zeitdauer ihrer Einwirkung ab. Die Strahlensensibilität des Gonadengewebes ist wegen der erheblichen Steigerung der natürlichen Mutationsrate und deren genetischen

Folgeerscheinungen als hoch zu bezeichnen. Die relativ hohen Anreicherungs- und Konzentrationen des Gamma-Strahlers durch die Gonaden und ebenso der anderen untersuchten Organe bedeutet wegen der kurzen Halbwertszeit und der niederenergetischen Strahlung zwar kein akutes Strahlenrisiko, sollte aber im Hinblick auf die noch unsicheren Kenntnisse über die biologische Wertigkeit kleiner Strahlendosen, vor allem bei Kindern und Jugendlichen, zur strengeren Indikation Anlaß geben.

Zusammenfassung

Es wurden Organmessungen und Ganzkörpermessungen nach der Gabe diagnostischer Mengen von ^{99m}Tc Na-Pertechnetat durchgeführt. Der differente Ablauf der Speicherung in den einzelnen Organen, vor allem das Entstehen eines Speicherungsmechanismus in den Drüsenorganen des Körpers, wird beschrieben. Auf die relativ hohe Speicherung in den Gonaden wird hingewiesen.

Summary

Determinations of the concentration of ^{99m}Tc in various organs, and total body measurements, were carried out after the administration of diagnostic quantities of this substance for brain scanning for various neurological abnormalities. Variations in the storage in different organs were observed and the storage mechanism in parenchymatous organs is described. Attention is drawn to the relatively high concentrations in the gonads. (F. St.)

Résumé

L'auteur a déterminé les doses de rayons reçues au cours des examens de diagnostic par les organes et par tout le corps à la suite de l'administration de ^{99m}Tc pour des scintigraphies cérébrales entreprises dans diverses affections neurologiques. Description de l'évolution de la fixation du radio-nucléide dans chaque organe et surtout du développement du mécanisme de la fixation dans les glandes du corps. L'auteur souligne enfin le taux relativement élevé de la fixation dans les gonades. (A.-M. M.)

Resumen

Se realizaron mediciones en órganos y en todo el cuerpo después de la aplicación de las cantidades diagnosticadas de ^{99m}Tc para la escintigrafía cerebral a causa de diferentes enfermedades neurológicas. Se describe el diferente curso de la acumulación en los órganos particulares y ante todo el surgimiento de un mecanismo acumulativo en los órganos glandulares del cuerpo. Se llama la atención sobre la relativamente elevada acumulación en las gónadas. (J. G.)

Literatur

- Arimizu, N., H. Kakehi, A. C. Morris: Area scanning for quantitative measurement of radioactivity in internal organs. Proc. Symposium On Medical Radioisotope Scintigraphy, Salzburg, 6.—15. August 1968, JAEA.
- Atkins, H. L., R. F. Fleay: Data blending with ^{99m}Tc in evaluating thyroid anatomy by scintillation scanning. J. Nucl. Med. 9 (1968), 66.
- Atkins, H. L., P. Richards: Assessment of thyroid function and anatomy with ^{99m}Tc as Pertechnetate. J. Nucl. Med. 9 (1968), 7.
- Ball, F., R. Wolf: Zur Frage der Strahlenexposition bei der Anwendung von Radioisotopen im Kindesalter. Mschr. Kinderhk. 115 (1967), 581.
- Beck, R. N.: A theory of radioisotope scanning systems. Proc. Symposium On Medical Radioisotope Scanning, JAEA 1 (1964), 35.
- Beck, R. N., D. B. Charleston, P. Eidelberg, P. V. Harper: The ACRH brain scanning system. J. Nucl. Med. 8 (1967), 1.
- Börner, W.: Diagnostik der Schilddrüsenkrankheiten mit Radionukliden. Tägk. Prax. 9 (1968), 75.
- Börner, W., E. Moll, E. Rauh: Reduktion von Pertechnetat als Ursache einer fehlenden ^{99m}Tc -Speicherung in der Schilddrüse? J. Nucl. Med. 6 (1967), 360.
- Börner, W., E. Rauh, M. Lantsch, E. Moll: Diagnostik der Zungenschilddrüse mit ^{99m}Tc -Pertechnetat. Med. Welt 39 (1967), 2282.
- Brod, K. H., K. J. Schmidt, R. Wolf: Die Organverteilung von technetiumhaltigen Schwermetallkomplexen.
- Brown, D. W., D. S. Groome: The role of the digital computer in nuclear medicine. J. Amer. med. Ass. 203 (1968), 153.
- Bucy, P. C., I. S. Ciric: Value of radioactive brain scans in the diagnosis of brain tumors as compared with other methods. Acta Neurochir. 13 (1965), 113.
- Cheguillaume, J., A. Malinowski, J. Minier: Intérêt de l'emploi du technétium 99m dans l'exploration de la thyroïde et du cerveau. J. Radiol. Electrol. (Paris) 49 (1968), 49.
- Charleston, D. B., R. N. Beck, P. Eidelberg, M. W. Schuh: Techniques which aid in quantitative interpretation of scan data. Proc. Symposium On Medical Radioisotope Scanning IAEA 1 (1964), 509.
- Deckhart, H., M. Tautz: Physikalische und biologische Studien mit ^{99m}Tc . Dtsch. Gesd.-Wes. 21 (1966), 222.
- Dodds, W. J., M. R. Powell: Lingual thyroid scanned with ^{99m}Tc -Pertechnetate.
- Engelhart, G., R. Fridrich: Physiologische und pathologische Befunde bei der Anwendung von Technetium 99m zu Magenszintigraphie. Schweiz. med. Wschr. 98 (1968), 301.
- Fridrich, R., W. Wey: Beitrag zur Szintigraphie der Speicheldrüsen. Schweiz. med. Wschr. 98 (1968), 335.

- de Garreta, A. C., H. J. Glass, A. W. G. Goolden: Measurement of the uptake of ^{99m}Tc by the thyroid. Brit. J. Radiol. 41 (1968), 896.
- Grove, A. S., G. Di Chiro: Salivary gland scanning with ^{99m}Tc -Pertechnetate. Amer. J. Roentgenol. 102 (1968), 109.
- Haas, J. P., K. J. Schmidt, R. E. Wolf: Erfahrungen mit der Schilddrüsenszintigraphie unter Verwendung von ^{99m}Tc -Pertechnetat. Fortschr. Röntgenstr. 109 (1968), 222.
- Harden, R. McG., W. D. Alexander, J. Kennedy: Isotope uptake and scanning of stomach in man with ^{99m}Tc -Pertechnetate. Lancet I (1967), 1305.
- Harper, P. B., R. Beck, D. Charleston, K. A. Lathrop: Optimization of a scanning method using ^{99m}Tc . Nucleonics 22 (1964), 50.
- Irvine, W. J., A. G. Stewart, G. P. McLoughlin, P. Tothill: Appraisal of the application of ^{99m}Tc in the assessment of gastric function. Lancet I (1967), 648.
- Kniseley, R. M., G. A. Andrews, R. Tanida, C. L. Edwards, G. C. Kyker: Delineation of active marrow by whole-body scanning with radioactive colloids. J. Nucl. Med. 7 (1966), 575.
- Kuba, J. G., C. F. Fueger, H. S. Stern, H. N. Wagner, T. Migita: Technetium ^{99m}Tc in der Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen. Fortschr. Röntgenstr. 105 (1966), 84.
- Kuba, J. G., M. Wiedermann, S. Komenda: Zur Problematik der ^{99m}Tc -Pertechnetat-Speicherung in der Schilddrüse. J. Nucl. Med. 6 (1967), 53.
- Lindenbraten, L. D., L. A. Judin: Komplexe Untersuchung der Speicheldrüsen mittels radioaktiven Isotopen und Röntgenstrahlen. Fortschr. Röntgenstr. 108 (1968), 23.
- McAfee, J. G., G. P. Fueger, H. S. Stern, H. N. Wagner, T. Migita: ^{99m}Tc -Pertechnetate for brain scanning. J. Nucl. Med. 5 (1964), 811.
- Moll, E., E. Sinagowitz, W. Börner, E. Rank: Die Eignung niederenergetischer Gammastrahler für die Szintigraphie. J. Nucl. Med. 7 (1968), 8.
- Pizon, P.: Le Technétium ^{99m}Tc . Presse méd. Paris.
- Quinn III, J. L., M. Behinjar: Radioisotope scanning of the thyroid. J. Amer. med. Ass. 199 (1967), 170.
- Quinn III, J. L., W. N. Brand: Pertechnetate ^{99m}Tc thyroid scans obtained incidental to brain scans. J. Nucl. Med. 8 (1967), 481.
- Razzak, M. A., M. Naguib, M. El-Garhy: Fa-te of Sodium Pertechnetate — Technetium ^{99m}Tc . J. Nucl. Med. 8 (1967), 50.
- Renda, F., R. A. Holmes, W. A. North, H. N. Wagner: Characteristics of thyroid scans in normal persons hyperthyroidism and nodular goiter. J. Nucl. Med. 9 (1968), 156.
- Richards, P., H. L. Atkins: A collimator system for scanning at low energies. J. Nucl. Med. 8 (1967), 142.
- Shin-Hwa Yeh, M. B., J. P. Kriss: Distribution and scintiphotography of a new complex, pentavalent ^{99m}Tc -Citrate: Studies in the rodent. J. Nucl. Med. 8 (1967), 666.
- Skolnick, M. L.: A new technic in radioisotope scintillation scanning to improve depth resolution. Radiology 86 (1966), 601.
- Wagner, H. N.: Nuclear medicine: present and future. New horizons for radiologists lecture. Radiology 86 (1966), 601.
- Wolf, R.: Radiation exposure of the patient in clinical scintigraphy routine investigation — with special reference to anatomical and pathological variations. Proc. Symposium On Medical Radioisotope Scintigraphy, Salzburg, 6.—15. August 1968, IAEA.

Dr. Hans Nohl,
Neuroradiologische Abteilung der Nervenklinik
der Universität München,
8 München 15, Nußbaumstr. 7

LEBENS LAUF

Am 3. Mai 1940 wurde ich als Sohn des Arztes Dr. Werner Nohl und seiner Ehefrau Erna geb. Luh in Gießen geboren.

In die Grundschule trat ich im Herbst 1946 ein.

Von Ostern 1951 an besuchte ich das Herdergymnasium in Gießen und legte dort am 4. April 1960 das Abitur ab. Mein Studium begann ich an der Justus v. Liebig-Universität Gießen, wo ich vom SS 1960 bis SS 1962 an der Medizinischen Fakultät immatrikuliert war. Nach 3 Semestern Auslandsaufenthalt in Paris immatrikulierte ich mich an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Dort legte ich im WS 1967/68 das medizinische Staatsexamen ab.

